

51

Int. Cl. 2:

12 52 J 15/00

19

BUNDESREPU

DEUTSCHLAND

9/02

F 03 B 13/12

DEUTSCHES



PATENTAMT

DE 27 51 228 A 1

11

Offenlegungsschrift 27 51 228

21

Aktenzeichen:

P 27 51 228.3

22

Anmeldetag:

16. 11. 77

43

Offenlegungstag:

17. 5. 79

30

Unionspriorität:

32

33

31

54

Bezeichnung:

Verfahren und Vorrichtung zur Stromerzeugung aus ungleichmäßig wirksamen Energiequellen

71

Anmelder:

Sir Henry Lawson-Tancred, Sons and Co. Ltd., Borough Bridge, Yorkshire (Großbritannien)

74

Vertreter:

Andrejewski, W., Dipl.-Phys. Dr.; Honke, M., Dr.-Ing.;
Gesthuysen, H.D., Dipl.-Ing.; Masch, K., Dipl.-Phys. Dr.rer. nat.;
Pat.-Anwälte, 4300 Essen

72

Erfinder:

Lawson-Tancred, Henry, Borough Bridge, Yorkshire (Großbritannien)

DE 27 51 228 A 1

5. 79 909 820/478

13/70

Andr j wski, Honk , Gesthuysen & Masch, Patentanwälte in Essen

- 19 -

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Stromerzeugung, bei welchem eine ungleichmäßig wirksame Energiequelle wie Wind oder Wasserwellen einen Generator antreibt, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Energiequelle gelieferte Energie in einer Zwischenform gespeichert wird und in kinetische Energie umgewandelt wird, welche den Generator (31, 32; 54; 68) mit konstanter Drehzahl antreibt, wenn die gespeicherte Energie einen vorgegebenen Wert übersteigt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Energiequelle eine Pumpe (17; 48) antreibt und diese einen belasteten Kolben (22, 23; 51, 52; 63a, 63b; 64a, 64b) hydraulisch anhebt und daß der Generator durch den Hydraulikdruck angetrieben wird, wenn der Kolben über eine vorgegebene Höhe angehoben ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Generator eine an ein Wechselstromnetz und eine lokale Belastung angeschlossene Induktionsmaschine ist und in das Wechselstromnetz Energie eingespeist wird, wenn die konstante Ausgangsleistung die lokale Anforderung übersteigt, daß jedoch die lokale Anforderung vom Wechselstromnetz erfüllt wird, wenn die Induktionsmaschine nicht von der gespeicherten Energie angetrieben wird oder wenn die lokale Anforderung die konstante Ausgangsleistung übersteigt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Speicherenergie zum Antrieb eines zweiten Generators (32) verwendet wird, wenn die Menge der Speicherenergie einen den ersten vorgegebenen Speicherwert übersteigenden zweiten vorgegebenen Speicherwert übersteigt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Generator (32) an eine reine Ohmsche Belastung (33) wie einen Warmwasserbereiter oder eine Raumheizung angeschlossen ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Energiequelle (insbesondere Wind) zum Antrieb einer an eine Hydraulikpumpe (17; 48) angeschlossenen Drehflügel-einrichtung (11; 42; 61, 62) ausgenutzt wird, wobei das Drehmoment der Hydraulikpumpe mindestens annähernd dem Quadrat der Drehzahl der Drehflügeleinrichtung proportional ist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß vier gleiche Hydraulikpumpen (17a; 17b; 17c; 17d) vorgesehen sind und drei von ihnen derart überbrückt sind, daß sie kein Drehmoment liefern, wenn die Pumpendrehzahl am unteren Ende eines gegebenen Drehzahlbereiches liegt, während bei einer annähernd doppelt so großen Drehzahl am oberen Ende des Drehzahlbereiches alle vier Pumpen eingeschaltet werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwei vom Wind oder Wasser angetriebene Einrichtungen (11; 42, 43, 44; 61, 62) für den Antrieb eines gemeinsamen Generators über ein gemeinsames Zwischenspeichersystem vorgesehen werden.

909820/0478

- 21 -

9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bestehend aus einer angetriebenen Einrichtung wie einem Windrad oder einer durch Wasserwellen angetriebenen Einrichtung und einem dadurch antreibbaren Generator, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen die durch die ungleichmäßig wirk-same Energiequelle angetriebene Einrichtung (11; 43; 61, 62) und den Generator (31, 32; 54; 68) ein Zwischenspeicher (21, 22, 23; 49, 51, 52; 63, 64) geschaltet ist und daß eine Steuerung (26, 27, 28, 29, 24a, 24b; 63, 65, 64, 66) vorgesehen ist, durch welche der Generator mit dem Zwischenspeicher derart verbindbar ist, daß er mit konstanter Kraft antreibbar ist, wenn die Speicherenergie einen vorgegebenen Wert übersteigt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine von der Energiequelle angetriebene Hydraulikpumpe (17; 48) an ein zum Beispiel durch die Schwerkraft belastetes Kolben-Zylinder-Aggregat (21, 22, 23; 49, 51, 52; 63, 64), welches den Speicher bildet, angeschlossen ist und daß der Zylinder dieses Aggregates über eine Schalteinrichtung (26, 27, 28, 29, 24a, 25a; 65, 66) mit einem Hydraulikmotor (24, 25; 53; 63 (1) bis (4), 64 (1) bis (4)) verbunden ist, durch welchen der Generator entsprechend der Kolbenbewegung im Zylinder antreibbar ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Generator eine Einphasen-Induktionsmaschine mit einer Dauerleistung von 50 oder 60 Hz bei einem Antrieb mit konstanter Drehzahl ist.

909820/0478

- 22 -

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, gekennzeichnet durch einen zweiten Generator (32), welcher derart geschaltet ist, daß er vom Speicher angetrieben wird, wenn die Speicherenergie einen Wert übersteigt, der größer ist als der erste Speicherwert.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Energiequelle angetriebene Einrichtung ein Windrad mit feststehender Flügelsteigung (11; 61, 62) ist, welches mit einer Hydraulikpumpe (17) verbunden ist, deren Drehmoment annähernd proportional dem Quadrat der Drehzahl des Windrades ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß vier Hydraulikpumpen (17a, 17b, 17c, 17d) mit einer sie entsprechend der Drehzahl des Windrades (11) überbrückenden Einrichtung vorgesehen sind, durch welche bis zu einer ersten vorgegebenen Drehzahl drei der Pumpen abschaltbar und bei höheren Drehzahlen nach und nach zuschaltbar sind, bis bei einer gegenüber der ersten Drehzahl etwa doppelt so hohen Drehzahl des Windrades alle vier Pumpen eingeschaltet sind.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß zwei (oder mehr) vom Wind und/oder Wasser angetriebene Einrichtungen vorgesehen sind und über ein gemeinsames Energiespeichersystem mit einem gemeinsamen Generator verbunden sind.

909820/0478

Diplom-Physiker
Dr. Walter Andrejewski
Diplom-Ingenieur
Dr.-Ing. Manfred Honke
Diplom-Ingenieur
Hans Dieter Gesthuysen
Diplom-Physiker
Dr. Karl Gerhard Masch

Anwaltsakte:
50 856/Fm:th

43 Essen 1, Theaterplatz 3, Postf. 789
14. November 1977

Patentanmeldung
Sir Henry LAWSON-TANCRED, Baronet
Aldborough Manor, Boroughbridge,
Yorkshire, England

Verfahren und Vorrichtung zur Stromerzeugung
aus ungleichmäßig wirksamen Energiequellen.

Bei der Ausnutzung von ungleichmäßig wirksamen Energiequellen wie Wind oder Wasserwellen zur Stromerzeugung ergibt sich eine ganze Reihe von Problemen. Die veränderliche Natur der Windgeschwindigkeit und der Wellenhöhe und die Tatsache, daß ausreichend starke Winde oder Wellen in bevorzugten Wohngebieten relativ selten sind, bedeutet, daß ohne Speicherung der bei ungleichmäßigen und im allgemeinen relativ niedrigen Werten

909820/0479

- 2 -

erzeugten Leistung ein vom Wind oder Wasserwellen angetriebener Generator wirtschaftlicher Abmessung kaum fähig ist, die Maximalanforderungen zu erfüllen, welche an eine derartige Anlage gestellt werden. Dabei ist außerdem die Speicherung elektrischer Energie an sich bereits problematisch und kostenaufwendig. Da andererseits starke Winde und starker Wellengang wenn auch selten auftreten, so sind spezielle Maßnahmen erforderlich, um die Anlage zu schützen, da der Generator, wenn er für durchschnittliche Windstärken oder für normalen Wellengang ausgelegt ist, die wesentlich höheren Leistungen nicht aufnehmen kann, welche bei großen Windstärken oder starkem Wellengang entstehen. Die Leistungsabgabe eines Windrades kann beispielsweise der dritten Potenz der Windgeschwindigkeit proportional sein. Weitgehend unter Berücksichtigung dieser Tatsache wurden Windmühlen geschaffen, welche durch einen Verlust der Leistungsfähigkeit auch höheren als den durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten angepaßt sind, und zwar die sogenannte Kreta-Windmühle, deren Stoffflügel bei höheren Windgeschwindigkeiten flattern und an Antriebskraft verlieren. Hierbei wird von vornherein eine Drehzahlbegrenzung vorgesehen, Andere Arten von Windrädern besitzen Einrichtungen, welche beispielsweise automatisch arbeiten können, um den Anstellwinkel der Flügelblätter einzustellen, während außerdem naturgemäß oftmals auch Reibungsbremsen eingesetzt werden. Der Einsatz eines Generators, welcher so groß ist, um große Windstärken verarbeiten zu können, wie sie nur selten vorkommen, würde hohe Kapitalkosten verursachen und infolge des niedrigen Wirkungsgrades des Generators bei geringeren durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten schwerwiegende Verluste ergeben. Die gleichen Betrachtungen ergeben sich eindeutig auch bei Generatoren, welche die Wellenkraft ausnutzen.

909820/0478

- 8 -

Windgeneratoren, beispielsweise für Haushaltszwecke, haben den weiteren Nachteil, daß sie völlig vom Hauptstromnetz getrennt gehalten werden müssen, sodaß das Hauptstromnetz nicht verwendet werden kann, um zu Zeiten hohen lokalen Strombedarfes oder zu Zeiten geringerer Luftbewegung zusätzlich zu der vom Windgenerator abgegebenen Leistung die dann noch erforderliche Energie in das Ortsnetz zu speisen. Außerdem können derartige Windgeneratoren auch nicht ohne kostenaufwendige Einrichtungen zur Anpassung der Phase und der Spannung verwendet werden, um in das Hauptstromnetz Energie einzuspeisen, d.h. Elektrizität wieder an das Elektrizitätswerk zurück zu "verkaufen" und damit den Stromzähler zurücklaufen zu lassen, wenn der lokale Bedarf der gesamten vom Windgenerator gelieferten Energie nicht vollkommen entspricht.

Die Erfindung hat sich daher die Aufgabe gestellt, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Stromerzeugung zu schaffen, bei welcher insbesondere dieser letztgenannte Nachteil ausgeschaltet werden kann, während eine ganze Reihe anderer Nachteile der bisher üblichen Verfahren und Vorrichtungen vermieden oder doch wesentlich verringert werden können.

Gekennzeichnet ist ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Stromerzeugung, bei welchem eine ungleichmäßig wirksame Energiequelle wie Wind oder Wasserwellen einen Generator antreibt, im wesentlichen dadurch, daß die von der Energiequelle gelieferte Energie in einer Zwischenform gespeichert wird und in kinetische Energie umgewandelt wird, welche den Generator mit konstanter Drehzahl antreibt, wenn die gespeicherte Energie einen vorgegebenen Wert übersteigt.

- 4 -

Dabei kann die Energiequelle eine Pumpe antreiben, welche einen beispielsweise durch Schwerkraft belasteten Kolben hydraulisch hochhebt, wobei der Generator durch den Hydraulikdruck angetrieben wird, wenn der Kolben über eine vorgegebene Höhe angehoben ist. Wenn der den Kolben anhebende Pumpendruck niedriger liegt als der Hydraulikdruck, mit welchem der Generator angetrieben wird, sinkt der Kolben ab. Wenn der Kolben auf eine niedrigste Höhe abgesunken ist, wird der den Generator antreibende Hydraulikdruck abgeschaltet und der Kolben beginnt erneut zu steigen. Das Arbeitsmedium, wie beispielsweise Hydrauliköl, wird dem Generator, welcher von einem Hydraulikmotor angetrieben wird, mit konstantem Druck zugeleitet, wobei dieser Druck durch die Belastung des Kolbens bestimmt wird. Die Arbeitsweise ist naturgemäß intermittierend. Dabei kann allerdings der Generator eine an ein Wechselstromnetz und eine lokale Belastung angeschlossene Induktionsmaschine oder eine Synchronmaschine sein, welche in das Wechselstromnetz Energie einspeist, wenn die konstante Ausgangsleistung die lokale Anforderung übersteigt, während jedoch die lokale Anforderung vom Wechselstromnetz erfüllt wird, wenn die Induktionsmaschine nicht von der gespeicherten Energie angetrieben wird oder wenn die lokale Anforderung die konstante Ausgangsleistung übersteigt.

So lange die Generatorleistung im Vergleich zum Primärerzeuger des Hauptstromnetzes gering ist, wird die Induktionsmaschine sich zur Frequenz des Hauptstromnetzes aufschalten, sodaß die Notwendigkeit entfällt, komplizierte Einrichtungen zur Anpassung der Frequenz und Phase vorzusehen.

909820/0478

- 5 -

Wenn auch bei geringer Leistung der Wind- oder Wellenenergie der Generator diskontinuierlich läuft, so werden mit zunehmender Windgeschwindigkeit oder Wellenhöhe die Zeiträume, in denen er läuft, ständig länger, bis er schließlich kontinuierlich läuft. Wenn die Leistung der Energiequelle noch stärker steigt, wird mehr Energie gespeichert als vom Generator verbraucht wird. Wenn dann ein zweiter Generator vorgesehen wird, kann diese überschüssige Energie zu dessen Betrieb in der gleichen Weise wie beim ersten Generator ausgenutzt werden. Bei einem Anstieg der Leistung der Energiequelle über den Wert hinaus, der für einen kontinuierlichen Betrieb des ersten Generators erforderlich ist, läuft der zweite Generator zunächst kurzzeitig, dann jedoch immer länger, bis schließlich auch er kontinuierlich läuft. Bei einem Anstieg der zur Verfügung stehenden Energie über den Aufnahmewert hinaus, kann überschüssige Energie vernichtet werden. Wegen dieser Maßnahme wurden zwar die bisher bekannten Einrichtungen kritisiert, doch darf nicht übersehen werden, daß die bisher üblichen Generatoren für Durchschnittsbedingungen ausgelegt wurden, während erfindungsgemäß der Generator ohne Einbuße an Wirtschaftlichkeit derart ausgelegt werden kann, daß er mit vollem Wirkungsgrad bei wesentlich größerer Windstärke oder Wellenhöhe laufen kann, so daß eine Nichtausnutzung der zur Verfügung stehenden Energie nur sehr selten in Frage kommen dürfte.

Während der erste Generator auf das Hauptstromnetz abgestimmt werden kann, um Stromenergie zur Beleuchtung, für Uhren, Radios und andere elektronische Einrichtungen, motorbetriebenen Aggregate und dgl. zu liefern, sowie dazu ausgenutzt werden kann, um

909820/0478

- 8 -

den Stromzähler bei die lokale Anforderung übersteigender Stromzufuhr rückwärts laufen zu lassen, kann der zweite Generator an eine reine Ohmsche Belastung für Heizzwecke angeschlossen werden, wie beispielsweise an Warmwasserbereiter, Raumheizer oder an Speicherheizungen. Der erste Generator braucht für Haushaltszwecke nicht sehr groß zu sein, und eine 5 kW-Maschine würde vollauf genügen, während der zweite Generator wesentlich größer sein kann, beispielsweise eine 25 kW-Maschine sein kann. Die Generatoren müssen naturgemäß auf das Windrad oder die andere Energiequelle abgestimmt sein. Eine derartige Kombination eines 5 kW- und eines 25 kW-Generators eignet sich sehr gut für ein Windrad mit 18 m Durchmesser. Ein lokales Hauptstromnetz, insbesondere in ländlichen Bezirken, in denen der Einsatz eines Windrades einer derartigen Abmessung als am besten geeignet erscheint, dürfte kaum für Stromabnahmen von 30 kW ausgelegt sein.

Bei dem Windrad kann es sich um ein Windrad mit feststehender Flügelsteigung handeln, welches eine hydraulische Zahnradpumpe antreibt, deren Drehmoment annähernd proportional dem Quadrat der Drehzahl des Windrades ist. Auf diese Weise kann dieses Windrad mit feststehender Flügelsteigung mit praktisch maximalem Wirkungsgrad über einen sehr weiten Drehzahlbereich hinweg laufen. Durch die Energiespeicherung in einer Zwischenform, sodaß das Windrad den Generator nicht direkt antreibt, ergibt sich keine Begrenzung bezüglich der Drehzahl des Windrades vom Gesichtspunkt der optimalen oder maximalen Generatorordrehzahlen oder im Hinblick darauf, daß die Generatorleistung auf das Hauptstromnetz abgestimmt werden muß.

909820/0478

- X -

Das Drehmoment einer einzelnen Zahnradpumpe ist proportional der Drehzahl, sodaß eine einzelne Zahnradpumpe allein die gewünschte Relation nicht ergeben würde. Aus diesem Grunde schlägt die Erfindung vor, mehrere Pumpen mit Überbrückungseinrichtungen vorzusehen, welche bei zunehmender Drehzahl des Windrades nach und nach außer Funktion gesetzt werden. So können beispielsweise vier derartige Pumpen von dem Windrad mit im wesentlichen gleichen Drehzahlen angetrieben werden, von denen bei einer ersten Windgeschwindigkeit am unteren Ende eines gegebenen Bereiches drei überbrückt werden, sodaß sie praktisch leerlaufen, während bei einer zweiten Drehzahl des Windrades, welche etwa dem doppelten Wert der ersten Drehzahl am oberen Ende des Drehzahlbereiches entspricht, alle vier Pumpen eingeschaltet sind. Bei der zweiten Drehzahl ist daher die von den Pumpen absorbierte Kraft achtmal so groß wie bei der ersten Drehzahl, da jede Pumpe zweimal so viel Kraft aufnimmt wie die bei der ersten Drehzahl alleinlaufende einzelne Pumpe. Durch entsprechende Auswahl der Zwischendrehzahlen, bei denen die Überbrückungseinrichtung zwei der vier Pumpen ein- und ausschaltet, kann man daher die Ausgangsleistung des Windrades im wesentlichen an die von den Pumpen zu absorbierende Leistung anpassen und es ergibt sich eine äußerst wirkungsvolle Einrichtung, bei welcher die Drehzahl des Windrades sehr nahe der optimalen Drehzahl für alle Betriebsbedingungen innerhalb des gewählten Drehzahlbereiches liegt.

Selbstverständlich kann es auch erwünscht sein, einen Drehzahlbereich zu haben, in welchem die Maximalgeschwindigkeit größer als das Doppelte der Minimaldrehzahl ist, wobei dies dadurch erreicht werden kann, daß bei den allerniedrigsten Drehzahlen

- 8 -

ein gewisser vorgeplanter Wirkungsverlust in Kauf genommen wird und am oberen Ende des Bereiches eine den Energieüberschuß vernichtende Einrichtung. Die Energie kann in Zwischenform vernichtet (dumped) werden, indem beispielsweise die Hydraulikflüssigkeit durch eine Einengung hindurchgeleitet wird, welche von einem Entnahmeventil gesteuert wird, welches von einem am Kolbenzylinderaggregat angeordneten Grenzscharter betätigt wird.

Einige Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand der beiliegenden Zeichnungen im einzelnen erläutert; es zeigt

Fig.1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Stromerzeugung bis zu 30 kW mittels eines Windrades von 18 m Durchmesser;

Fig.2 die schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Stromerzeugung unter Ausnutzung der Wellenbewegung; und

Fig.3 die Zusammenschaltung von zwei oder mehr Energiequellen für den Antrieb eines gemeinsamen Generators.

Die in Fig.1 dargestellte Vorrichtung besitzt ein dreiflügliges Windrad 11 mit feststehender Flügelsteigung, dessen Welle 12 derart auf einem vertikalen Pfosten 14 montiert ist, daß das Windrad durch einen Stört 15 in den Wind geschwenkt werden kann. Dieses Windrad 11 treibt über ein Übersetzungsgetriebe 16 eine hydraulische Pumpeneinrichtung 17, welche aus vier hydraulischen

909820/0478

- 8 -

Zahnradpumpen 17a, 17b, 17c und 17d besteht. Ein Wellendrehzahl-Umformer 18 steuert Überbrückungseinrichtungen an drei der vorgenannten Pumpen, sodaß bei niedrigen Wellendrehzahlen nur eine Pumpe, beispielsweise die Pumpe 17a, arbeitet, bei höheren Wellendrehzahlen jedoch alle vier Pumpen eingeschaltet sind und bei dazwischenliegenden Drehzahlen die Pumpen 17b und 17c eingeschaltet werden, sodaß das Drehmoment der gesamten Pumpenanordnung etwa gleich dem Quadrat der Wellendrehzahl ansteigt. Auf diese Weise läßt sich ohne weiteres erreichen, daß beispielsweise bei einer Windgeschwindigkeit von 16 kmh nur die Pumpe 17a arbeitet, daß jedoch bei einer Windgeschwindigkeit von 32 kmh alle vier Pumpen arbeiten. Die Wellendrehzahl ist dann bei 32 kmh doppelt so groß wie bei 16 kmh und die von der Gesamtheit der Pumpen absorbierte gesamte Kraft bei 32 kmh ist achtmal so groß wie bei einer Windgeschwindigkeit von 16 kmh. Die Abgabeleistung eines Windrades mit feststehender Flügelsteigung, dessen Spitzendrehzahl proportional zur Windgeschwindigkeit ist, der Bedingung für einen maximalen Wirkungsgrad über den gesamten Arbeitsbereich, ist proportional der dritten Potenz der Windgeschwindigkeit. Auf diese Weise ist die Pumpeneinrichtung 17 bereits dem Windrad mit feststehender Flügelsteigung angepaßt und ermöglicht einen praktisch maximalen Wirkungsgrad im gesamten Bereich der zu erwartenden Windgeschwindigkeiten.

Anstelle von Zahnradpumpen können auch Taumelscheibenpumpen mit veränderlicher Verdrängung verwendet werden.

Die Pumpeneinrichtung 17 saugt von einem Vorratstank 19 Hydraulikflüssigkeit und gibt sie unter konstantem Druck an den Boden

909820/0478

- 10 -

eines Zylinders 21 ab, in welchem ein von einem Ballastgewicht 23 durch Schwerkraft belasteter Kolben 22 wirkt, der tatsächlich den genannten konstanten Druck bestimmt. Die Hydraulikflüssigkeit strömt aus dem Zylinder zu den Hydraulikmotoren 24 und 25, und treibt diese an, je nachdem ob die zugeordneten Steuerventile 24a bzw. 25a geöffnet oder geschlossen sind.

Wenn die Pumpeneinrichtung mehr Hydraulikflüssigkeit an den Zylinder 21 abgibt, als diesen für den Antrieb der Motoren 24 und 25 verläßt, so steigt der Kolben 22 im Zylinder 21. Die Bewegungen des Kolbens 22 im Zylinder 21 steuern die Ventile 24a und 25a über Grenzscharter 26, 27, 28 und 29. Wenn der Kolben so weit ansteigt, daß er den Grenzscharter 27 einschaltet, wird das Ventil 24a geöffnet, sodaß die hydraulische Flüssigkeit dem Motor 24 zuströmt, welcher als 5 kW-Hydraulikmotor ausgebildet ist und einen 5 kW-Induktionsgenerator 31 antreibt, welcher vom Stromnetz erregt wird. Wenn die Geschwindigkeit, mit welcher die Hydraulikflüssigkeit den Zylinder 21 verläßt, größer ist als die Geschwindigkeit, mit welcher die Pumpeneinrichtung 17 den Zylinder mit Flüssigkeit speist, fällt der Kolben 22 wieder und betätigt den Grenzscharter 26, wodurch das Ventil 24a geschlossen wird, sodaß der Kolben erneut steigen kann. In der Zwischenzeit wurde der Motor 24 jedoch mit einem derart konstanten Druck angetrieben, wie er erforderlich war, um den Induktionsgenerator 31 mit seiner Nenndrehzahl in Drehung zu versetzen. Während der Motor 24 stillgesetzt wird, speichert die Pumpeneinrichtung 17, so lange der Wind das Windrad 11 in Drehung versetzt, Hydraulikflüssigkeit im Zylinder 21 und hebt dadurch den Kolben so weit hoch, bis dieser erneut den Grenzscharter 27 betätigt, wodurch das Ventil 24a geöffnet wird und der Motor 24 erneut

909820/0478

- 11 -

eingeschaltet wird. Infolgedessen wird bei geringen Windgeschwindigkeiten die Windenergie als Hydraulikflüssigkeit unter konstantem Druck im Zylinder 21 gespeichert, wobei das System den Motor 24 intermittierend einschaltet, jedoch mit konstantem Druck und infolgedessen mit maximalem Wirkungsgrad.

Je höher die Windgeschwindigkeit ist, umso länger sind auch die Zeiträume, während derer der Motor den Generator 31 antreibt. Bei einer bestimmten Windgeschwindigkeit kann die Leistung der Pumpeneinrichtung 17 den Verbrauch des Motors 24 übersteigen, sodaß der Kolben infolge der fortgesetzten Speicherung von Druckflüssigkeit im Zylinder 21 weiter steigt. Der Generator wird dann kontinuierlich laufen. Wenn der Kolben seine Steigbewegung fortsetzt, betätigt er den Schalter 28, welcher das Ventil 24a nicht beeinflusst, sodaß der Motor 24 und der Generator 31 weiterlaufen, welcher jedoch das Ventil 25a öffnet, sodaß der Hydraulikmotor 25 in Gang gesetzt wird. Dieser Motor 25 treibt einen selbsterregten Induktionsgenerator 32 an, welcher an eine Ohmsche Belastung 33 für Heizzwecke angeschlossen ist. Dieser Generator 32 kann als 25 kW-Generator ausgebildet sein, welcher mit seiner Nenndrehzahl angetrieben wird und infolgedessen wiederum mit maximalem Wirkungsgrad arbeitet.

Bei dazwischenliegenden Windgeschwindigkeiten steigt und fällt der Kolben 22 im Zylinder 21 zwischen der Stellung, in welcher der Schalter 28 das Ventil 25a öffnet, und der Stellung, in welcher der Schalter 27 dasselbe schließt, sodaß der Motor 25 intermittierend läuft, wie dies bei dem Motor 24 bei geringeren Windgeschwindigkeiten der Fall war. Wenn die Windgeschwindigkeit

- 12 -

jedoch groß genug ist, läuft auch der Motor 25 und setzt infolgedessen den Generator 32 kontinuierlich in Drehung.

Bei noch höheren Windgeschwindigkeiten kann die Pumpeneinrichtung 17 sogar mehr Flüssigkeit dem Zylinder 21 zufördern, als von den Motoren 24 und 25 bei kontinuierlichem Betrieb abgenommen wird. Vorzugsweise ist die Abstufung allerdings derart vorgenommen worden, daß dies nur selten zutrifft, doch ist es immerhin möglich, auch in einem derartigen Fall die Vorrichtung weiterarbeiten zu lassen, zu welchem Zweck ein weiterer Grenzscharter 29 vorgesehen ist, welcher ein Ablassventil 34 öffnet, durch welches die überschüssige Flüssigkeit durch eine Energie-Vernichtungsöffnung 35 hindurch dem Flüssigkeitsbehälter 18 wieder zufließt. Bei diesen höheren Windgeschwindigkeiten kann man die Energieversorgung der Speichereinrichtung auch dadurch steuern, daß automatisch Klappen oder Spoiler an den Flügeln des Windrades 11 entfaltet werden. Dies bringt naturgemäß einen gewissen Wirkungsverlust mit sich, doch kann diese Anordnung derart ausgebildet werden, daß sie nur bei äußerst selten hohen Windgeschwindigkeiten zum Tragen kommt.

Bei sehr hohen Windgeschwindigkeiten, bei Betriebsstörungen oder zu Wartungszwecken kann es erforderlich sein, die gesamte Vorrichtung anzuhalten, zu welchem Zweck Bremsen 36 im Pumpetrieb vorgesehen sind, welche manuell oder automatisch vom Drehzahlwandler 18 betätigt werden, falls die Windgeschwindigkeit und damit die Drehzahl der Welle den vorgesehenen Höchstwert übersteigt. Naturgemäß kann auch irgendeine andere Sicherheitsschaltung bei Eintritt einer anderen Störung in Tätigkeit treten.

909820/0478

- 15 -

Der vom Hauptstromnetz erregte 5 kW-Induktionsgenerator 31 kann direkt an das Hauptstromnetz angeschlossen werden, sodaß er in dieses Hauptstromnetz über den Stromzähler, welcher dann zurückläuft, Energie einspeist, sobald die lokal angeschlossenen Stromverbraucher weniger verbrauchen, als die konstante (wenn auch intermittierende) 5 kW-Leistung, da der Generator mit synchroner Drehzahl mit dem Hauptstromnetz laufen kann sowie mit einer gleichen Ausgangsspannung, sodaß keine Probleme bezüglich des Leistungsfaktors entstehen. Wenn die Windgeschwindigkeit nicht ausreicht, um genügend Leistung zu erzeugen, um den lokalen Stromverbraucher zufriedenzustellen, kann die Differenz naturgemäß über das Hauptstromnetz ausgeglichen werden. Wenn die erfindungsgemäße Vorrichtung auf diese Weise an das Hauptstromnetz angeschlossen ist, sollten allerdings automatische Vorrichtungen vorgesehen werden, um die Bremse zu betätigen und die Vorrichtung bei irgendeiner Störung vom Hauptstromnetz zu trennen.

Ein einziger 30 kW-Generator könnte in der gleichen Weise an das Hauptstromnetz angeschlossen werden. Man muß jedoch davon ausgehen, daß ein Windrad von 18 m Durchmesser, wie es für eine Stromerzeugung dieser Größenordnung erforderlich wäre, in erster Linie in ländlichen Bezirken eingesetzt würde, in denen das örtliche Hauptstromnetz nicht so stark sein dürfte, um eine derartige Leistung aufnehmen zu können.

Als Generator kann irgendein beliebiger Typ eingesetzt werden. Für einige Zwecke könnte ein Synchron-Generator für andere wiederum ein Gleichstrom-Generator als geeignet angesehen werden.

- 14 -

Wechselstrom-Generatoren können naturgemäß als Einphasen- oder als Dreiphasen-Generatoren ausgebildet werden.

Die Speichereinrichtung kann mehr als ein Kolben-Zylinderaggregat aufweisen. Beispielsweise können für den Bau von Windgeneratoren unterschiedlicher Abmessungen unter Verwendung von standardisierten Einzelteilen, zwei oder mehr Zylinder parallel oder in Reihe geschaltet werden, je nachdem eine kleinere Anzahl stärkerer Generatoren oder eine größere Anzahl kleinerer Generatoren ansteigender Leistungsfähigkeit angetrieben werden müssen.

Selbstverständlich besteht nicht die unbedingt Notwendigkeit, einen Anschluß an das Hauptstromnetz vorzunehmen. Der Windgenerator kann verwendet werden, um die Leistung in Batterien oder sonstwie zu speichern, oder um Wärme zu erzeugen oder sie in isolierten unterirdischen Behältern zu speichern, welche zusammen mit Wärmepumpen oder anderen Zentralheizungseinrichtungen eingesetzt werden, oder die erzeugte elektrische Leistung kann auch für eine chemische Reaktion wie die Elektrolyse von Wasser ausgenutzt werden, um brennbares Wasserstoffgas zu erzeugen. Windräder unterschiedlicher Abmessungen können mit geeigneten Speicher- und Generatoranordnungen konstruiert werden und auf verschiedene Weise an unterschiedliche Belastungstypen angeschlossen werden. Die Möglichkeit, die Generatoreinrichtung mit optimalem Wirkungsgrad unabhängig von den Windbedingungen durch das erfindungsgemäße Verfahren betreiben zu können, ergibt eine wesentliche Verbesserung des Wirkungsgrades der bisherigen Stromerzeugung durch Windräder, wodurch die Verwendbarkeit von Windrädern als Energiequelle ausgedehnt wird.

909820/0478

- 45 -

Fig.2 zeigt, wie der Energiespeicher zur Nutzbarmachung der Kraft von Wasserwellen angepaßt werden kann. Eine in irgendwie geeigneter Weise auf dem Meeresboden verankerte Plattform 41 trägt ein Zahngesperre 42, mit welchem über eine Kette 44 ein schwimmendes Gewicht 43 verbunden ist. Ein Gegengewicht 45 hält die Kette 44 stramm. Das schwimmende Gewicht 43 steigt und fällt mit den durchlaufenden Wellen, wobei falls erwünscht Schaufeln 46 oder dgl. vorgesehen werden können, sodaß das Zahngesperre 42 ein- und ausklinkt. Letzteres ist über eine Kette oder einen Treibriemen 47 mit einer hydraulischen Pumpeneinrichtung 48 entsprechend der Anordnung 17 aus Fig.1 verbunden, welche hydraulische Flüssigkeit einem Zylinder 49 einspeist, um einen Kolben 51 anzuheben, welcher von einem Gewicht 52 belastet wird. Unter dem Druck dieses Gewichtes 52 stehende Flüssigkeit fließt infolgedessen wie eingangs bereits erläutert auf den Kolben eines Hydraulikmotors 53, welcher einen Generator 54 antreibt.

Selbstverständlich sind zahlreiche verschiedenartige und auch wirkungsvollere Einrichtungen als die gerade beschriebene einfache Pendelgewicht-Vorrichtung zur Ausnutzung der Energie von Wasserwellen möglich. Infolgedessen kann jedes derartige Verfahren im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Energiespeicher eingesetzt werden.

Da die Energie in Zwischenform gespeichert wird und da es unwesentlich ist, welche Energieart ausgenutzt wird, erlaubt die Erfindung die Verbindung mehrerer gleicher oder unterschiedlicher Energieumwandlungsvorrichtungen mit einer einzigen elektrischen Generatoreinrichtung. Infolgedessen können zwei Wind-

mühlen gleicher oder unterschiedlicher Abmessungen oder eine Gruppe von Wellenenergiewandlern oder sogar ein Windrad und ein Wellenenergiewandler an einen gemeinsamen hydraulischen Speicher angeschlossen werden.

Fig.3 zeigt die Verbindung von zwei Windrädern für den Antrieb eines gemeinsamen Generators in einer Vorrichtung, welche zur Ausnutzung sehr großer Windräder in der Hauptsache zur Einspeisung von Strom in ein Hauptstromnetz geeignet ist.

Die beiden Windräder 61 und 62 treiben nicht dargestellte hydraulische Pumpeneinrichtungen der im Zusammenhang mit Fig.1 beschriebenen Art an, um hydraulische Flüssigkeit getrennten hydraulischen Speichern 63 und 64 zuzuleiten. Unter der Belastung der gleichgroßen Gewichte 63a und 64a fließt die Hydraulikflüssigkeit aus dem Speicher, wenn die Kolben 63b und 64b eine vorgegebene Höhe erreichen, wie dies bereits beschrieben wurde. Der Speicher 63 ist mit vier Hydraulikmotoren 63 (1), 63 (2), 63 (3) und 63 (4) verbunden und der Speicher 64 in gleicher Weise mit vier gleichen Hydraulikmotoren 64 (1) bis 64 (4). Diese Motoren sind als Taumelscheibenmotore ausgebildet, bei denen der Winkel der Taumelscheibe auf Null eingestellt werden kann, sodaß sie jeweils praktisch reibungsfrei und ohne Drehmoment laufen können.

Vier Grenzschalter 65 (1) bis 65 (4) sind derart eingestellt, daß sie vom Kolben 63b betätigt werden, wobei diese Einrichtung spiegelbildlich für die Schalter 66 (1) bis 66 (4) und den Kolben 64b dargestellt ist. Die Betätigung eines jeden Grenzschalters verursacht ein hydraulisches oder elektromagnetisches nicht

909820/0478

- 14 -

dargestelltes Stellglied, welches jedem Motor zugeordnet ist, einen positiven Winkel auf dessen Taumelscheibe einzustellen. Dies ist naturgemäß nur ein anderer Weg, um mehrere Hydraulikmotore bei verschiedenen Stärken von gespeicherter Energie zu erregen, jedoch ist das Konzept das gleiche wie es bereits im Zusammenhang mit Fig.1 beschrieben wurde.

Statt jedoch derart verbunden zu sein, daß getrennte Generatoren angetrieben werden, sind hier über ein Getriebe 67 alle Motoren mit einem einzigen Generator 68 verbunden, um diesen bei verschiedenen Leistungshöhen anzutreiben. Je nachdem wie viele der Motoren gerade laufen.

Man sieht, daß mit acht Motoren acht unterschiedliche Leistungshöhen vorhanden sind, welche durch gleiche Leistungsunterschiede voneinander getrennt sind. Diese Anordnung eignet sich sehr gut zur Erzeugung von Strom für ein Hauptstromnetz oder zumindest, um die Anforderungen an ein Hauptstromnetz weitgehend zu unterstützen. Durch diese Anordnung lassen sich auf äußerst wirtschaftliche Weise zwei oder mehr große Windräder- oder Wellenwellen-Vorrichtungen oder sogar im Mischbetrieb Wind- und Wellen-Vorrichtungen ausnutzen. Wenn auch, da bei dieser Anordnung sehr große Leistungen in Betracht kommen und infolgedessen Koppelsysteme mit einer Korrektur des Leistungsfaktors für das Hauptstromnetz benötigt werden, so wird jedoch nur ein einziges derartiges System für zwei oder mehr große Windräder oder Wellen-Vorrichtungen benötigt.

Andrjewski, Honk, Gesthuysen & Masch, Patentanwälte in Essen

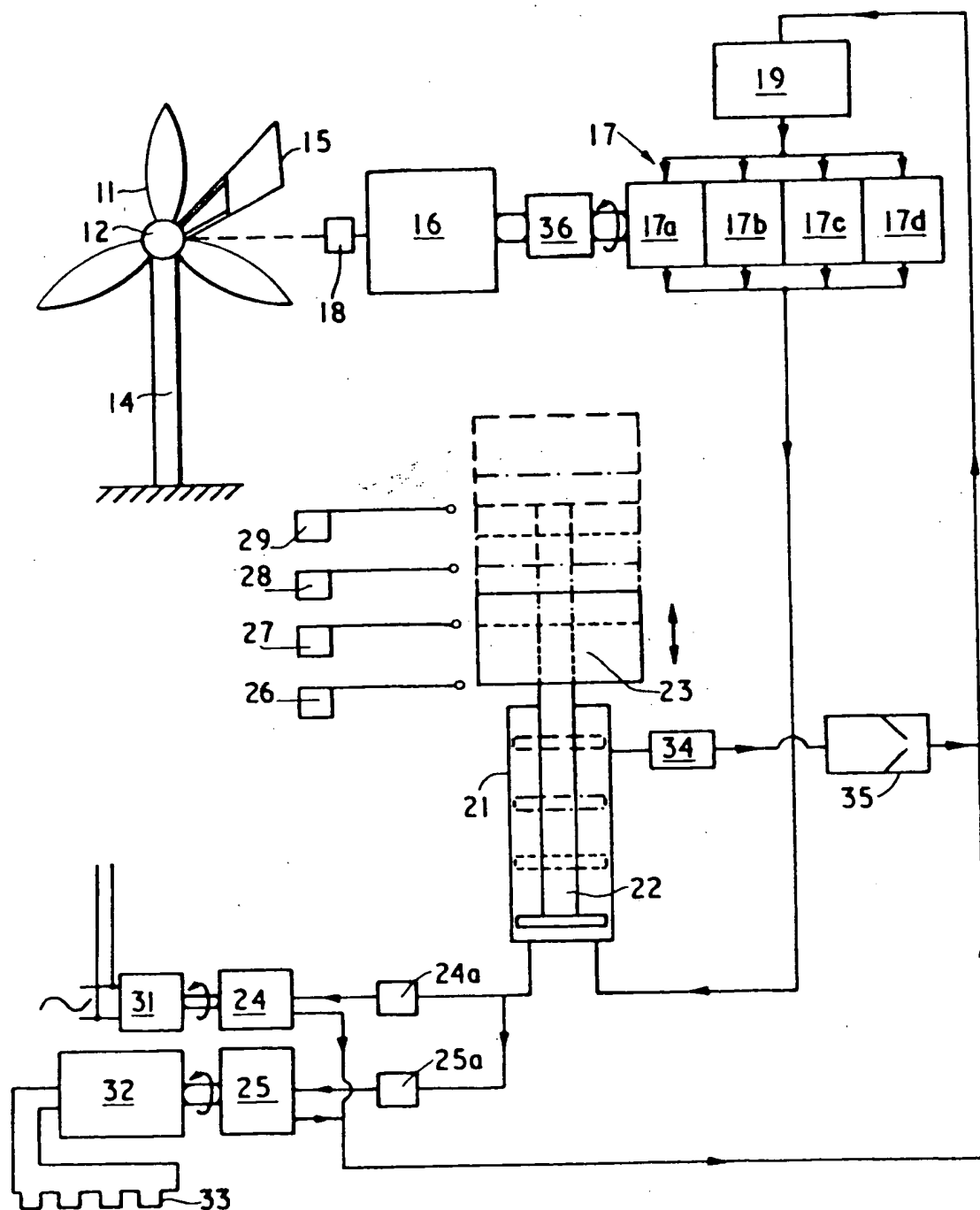
- 18 -

Der Ordnung halber sei noch darauf hingewiesen, daß in den Figuren 2 und 3 Einzelheiten wie die Rückleitung der hydraulischen Flüssigkeit, die Vorratsbehälter usw. aus Gründen der Deutlichkeit fortgelassen wurden.

909820/0478

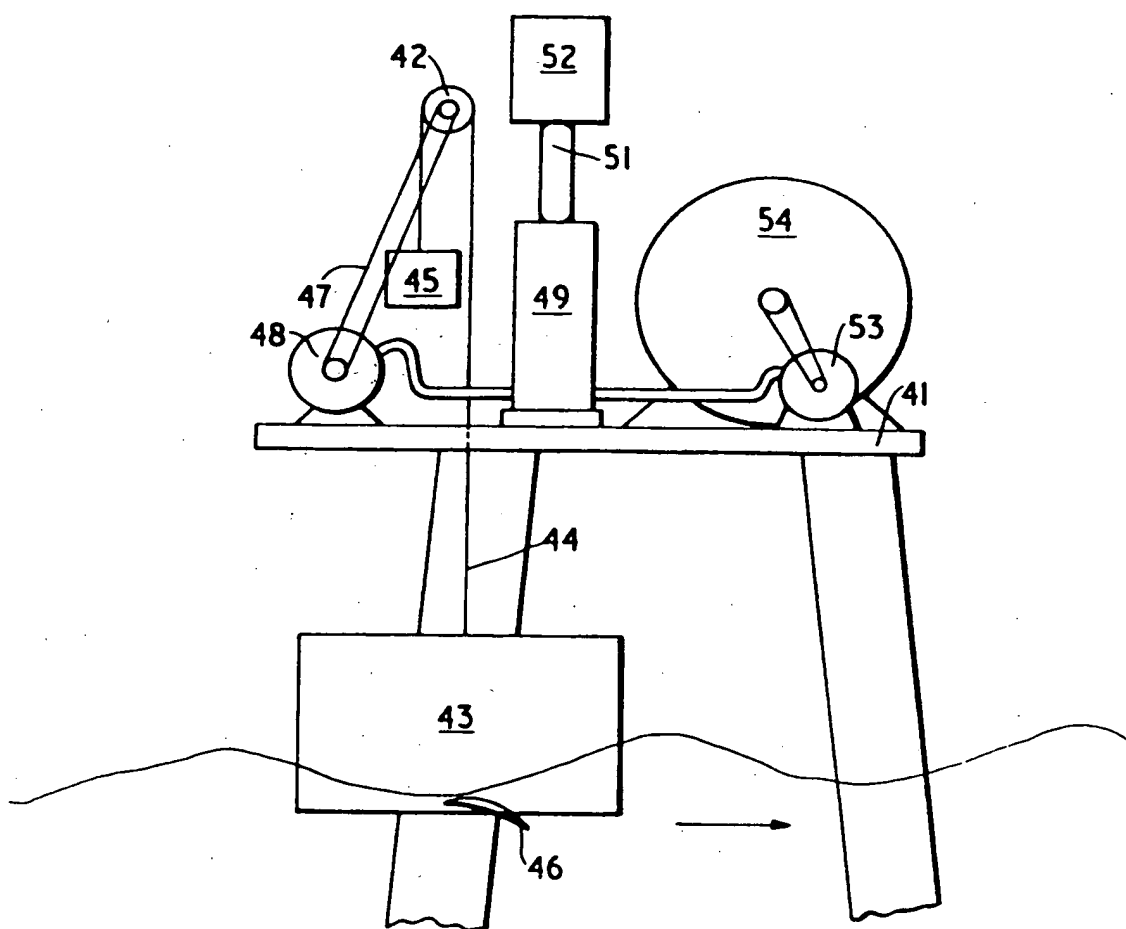
-25-

2751228



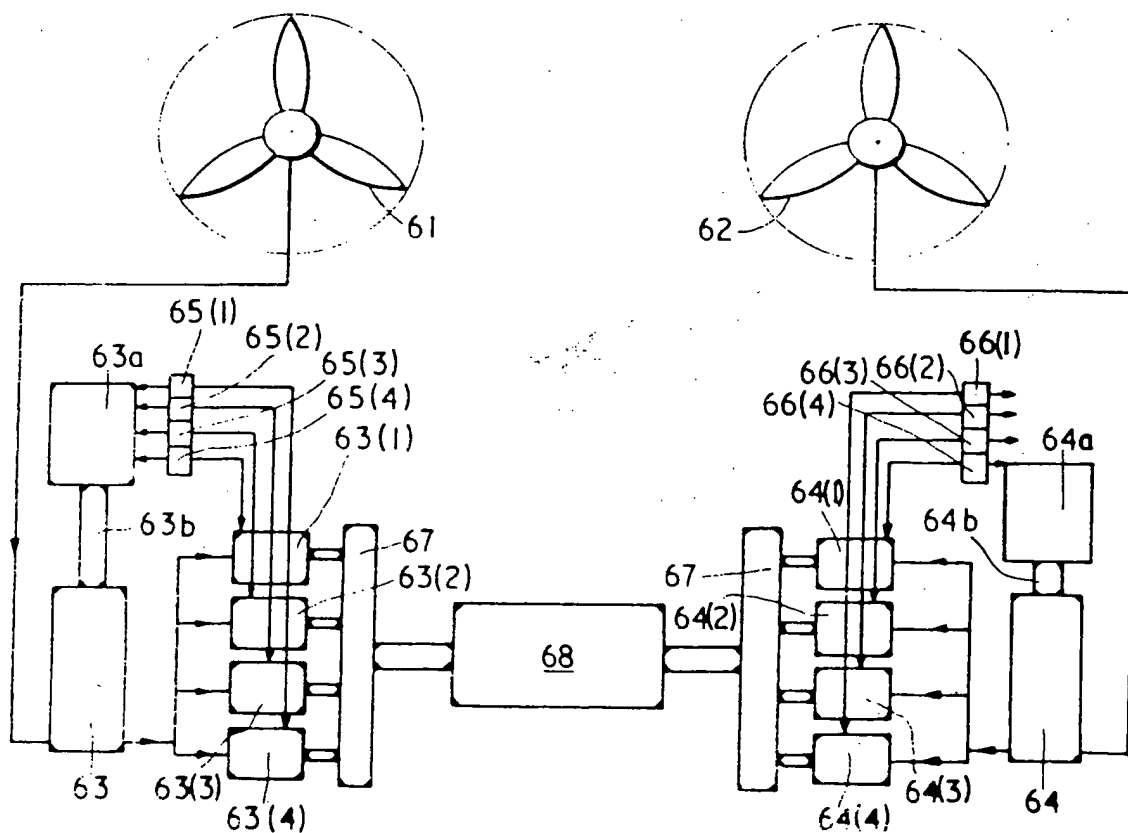
..-F / G.1.-..

909820/0478



- F / G.2. -

909820/0478



-FIG. 3-

9098,2751228